

# Method for controlling the regeneration of a particulate filter

**Patent number:** EP1087114  
**Publication date:** 2001-03-28  
**Inventor:** LANG THOMAS (DE)  
**Applicant:** VOLKSWAGENWERK AG (DE)  
**Classification:**  
 - international: F01N9/00; F01N3/027; F01N3/029  
 - european: F01N3/029, F01N3/027, F01N9/00F  
**Application number:** EP20000119467 20000915  
**Priority number(s):** DE19991045372 19990922

## Also published as:

DE19945372 (A1)  
 EP1087114 (B1)

## Cited documents:

US5287698  
 DE4303625  
 US4974414  
 JP60093109

## Abstract of EP1087114

From a family of characteristics or model, which cover the degree of particle deposition (BW) of the filter (10), the journey time (t) and/or the distance travelled (s) since the last regeneration, a condition factor (Z) is derived. If this factor exceeds a limiting value (GW1) this indicates that regeneration is necessary. A regeneration process is then performed until a lower limit (GW2) is reached

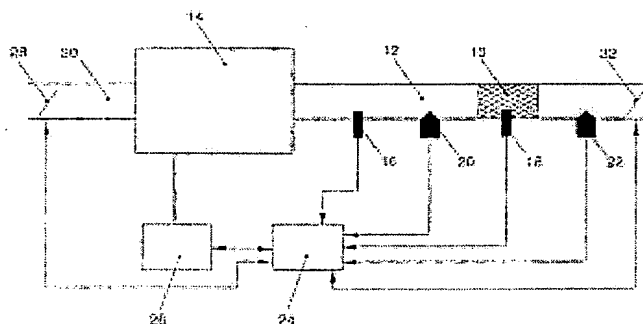


FIG. 1

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 087 114 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
28.03.2001 Patentblatt 2001/13

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F01N 9/00, F01N 3/027,  
F01N 3/029

(21) Anmeldenummer: 00119467.9

(22) Anmeldetag: 15.09.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:  
Volkswagen Aktiengesellschaft  
38436 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder: Lang, Thomas  
38440 Wolfsburg (DE)

(30) Priorität: 22.09.1999 DE 19945372

## (54) Verfahren zur Steuerung einer Regeneration eines Partikelfilters

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Regeneration eines Partikelfilters, der in einem Abgaskanal einer Diesel-Brennkraftmaschine angeordnet ist.

Es ist vorgesehen, daß

(a) über ein Kennfeld oder Modell, in das ein Beladungswert BW des Partikelfilters (10) sowie eine Fahrzeit  $t$  und/oder Fahrstrecke  $s$  seit der letzten Regeneration einfließen, eine Zustandskennzahl  $Z$

ermittelt wird und

(b) beim Überschreiten der Zustandskennzahl  $Z$  über einen ersten Grenzwert  $GW_1$  eine Regenerationsnotwendigkeit vorliegt und die Regeneration durchgeführt wird, bis der Beladungswert BW des Partikelfilters (10) unterhalb eines zweiten Grenzwertes  $GW_2$  liegt.

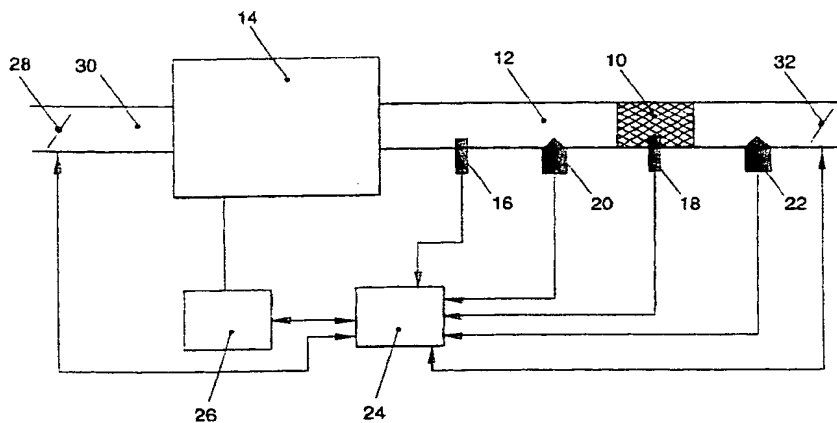


FIG. 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Regeneration eines Partikelfilters mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

[0002] Während eines Verbrennungsvorgangs eines Luft-Kraftstoff-Gemisches in Diesel-Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen entstehen unter bestimmten Betriebsbedingungen Rußpartikel, die mit dem Abgas ausgetragen werden. Eine ungehinderte Emission der Rußpartikel ist nicht nur aufgrund gestiegener gesetzlicher Bestimmungen unerwünscht, sondern kann auch zur Schädigung von in einem Abgaskanal der Diesel-Brennkraftmaschine integrierten Abgasreinigungseinrichtungen führen. So können sich beispielsweise mit zunehmender Betriebsdauer infolge einer zunehmenden Ablagerung von Rußpartikeln die  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysatoren zusetzen. Es ist daher bekannt, in dem Abgaskanal einen Partikelfilter anzuordnen, der von dem Abgas durchströmt wird und dabei Rußpartikel zurückhält.

[0003] Um ein allmähliches Zusetzen des Partikelfilters zu verhindern, muß dieser in regelmäßigen Abständen regeneriert werden. Die Regeneration erfolgt durch Oxidation mit dem im Abgas vorhandenen Sauerstoff, wobei allerdings mindestens eine Regenerationstemperatur im Bereich des Partikelfilters erreicht werden muß. Liegt die Temperatur unterhalb der Regenerationstemperatur, so ist es bekannt, beispielsweise durch motorische Maßnahmen, eine Drosselklappenregulierung oder mit Hilfe eines elektrischen Heizwiderstandes eine Temperaturerhöhung zu erzwingen. Denkbar ist aber auch, durch Zugabe von geeigneten Additiven die Regenerationstemperatur herabzusetzen, bis die Regeneration abgeschlossen ist.

[0004] Es ist ferner bekannt, eine Regenerationsnotwendigkeit derart festzulegen, daß im Turnus einer vorgegebenen Fahrzeit oder Fahrstrecke die Regeneration durchgeführt wird. Nachteilig hieran ist, daß ein tatsächlicher Beladungszustand des Partikelfilters unberücksichtigt bleibt und die jeweils gesetzte Fahrzeit oder Fahrstrecke aus Gründen der Sicherheit entsprechend niedrig gewählt wird. Damit kann es zu einer unnötigen Regeneration kommen. Neben dem im allgemeinen erhöhten Kraftstoffverbrauch müssen dann auch eine erhöhte Gefahr einer thermischen Schädigung der Abgasreinigungseinrichtung sowie Einflüsse auf das Fahrverhalten in Kauf genommen werden.

[0005] Zur Abhilfe sind Verfahren bekannt, in denen über geeignete Modelle ein Beladungswert des Partikelfilters berechnet wird. Derartige Modelle umfassen dabei Parameter wie eine Drehzahl der Diesel-Brennkraftmaschine, den Abgasgegendruck oder die Abgastemperatur. Überschreitet der Beladungswert einen vorgegebenen Grenzwert, so wird die Regeneration initiiert. Nachteilig ist allerdings, daß bei der Ermittlung des Beladungswertes nach den herkömmlichen Verfah-

ren ein relativ hoher Fehler in Kauf genommen werden muß und daher der Grenzwert entsprechend niedrig angesetzt wird. Damit wird die Regeneration häufiger durchgeführt als eigentlich technisch notwendig ist.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, das es ermöglicht, die Regeneration des Partikelfilters nicht nur von einem Parameter abhängig zu machen. Vielmehr sollen mehrere Parameter letztendlich den Ausschlag dafür geben, ob eine Regenerationsnotwendigkeit besteht.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das Verfahren zur Steuerung der Regeneration des Partikelfilters mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, daß

(a) über ein Kennfeld oder Modell, in das ein Beladungswert des Partikelfilters sowie eine Fahrzeit und/oder Fahrstrecke seit der letzten Regeneration einfließen, eine Zustandskennzahl ermittelt wird und

(b) beim Überschreiten der Zustandskennzahl über einen ersten Grenzwert eine Regenerationsnotwendigkeit vorliegt und die Regeneration durchgeführt wird, bis der Beladungswert des Partikelfilters unterhalb eines zweiten Grenzwertes liegt, kann eine unnötig häufige Initiierung der Regeneration vermieden werden. So hängt der Wert der Zustandskennzahl nicht nur von einem Parameter ab. Ist beispielsweise die seit der letzten Regeneration zurückgelegte Fahrstrecke noch sehr gering, so muß der Beladungswert sehr hoch sein, damit insgesamt eine Regenerationsnotwendigkeit vorliegt.

[0008] Vorteilhafterweise kann in das Modell oder Kennfeld zur Ermittlung des Kennwertes zusätzlich ein Abgasgegendruck einfließen. In einfacher Weise kann dies beispielsweise dadurch verwirklicht werden, daß mittels eines Zählers eine Häufigkeit für ein Überschreiten des Abgasgegendruckes über einen vorgegebenen Spitzendruck seit der letzten Regeneration aufsummiert wird.

[0009] Weiterhin ist vorteilhaft, die Regeneration des Partikelfilters derart zu steuern, daß neben dem Vorliegen der Regenerationsnotwendigkeit auch eine Temperatur im Bereich des Partikelfilters berücksichtigt wird. Liegt die Temperatur unterhalb der notwendigen Regenerationstemperatur, so wird zumindest eine Maßnahme zum Erreichen der Regenerationstemperatur ergriffen. Derartige Maßnahmen umfassen beispielsweise einen Zusatz von Additiven zum Luft-Kraftstoff-Gemisch, ein elektrisches Aufheizen des Partikelfilters mit einem zugeordneten Heizwiderstand als auch motorische Maßnahmen und eine Drosselklappenregulierung.

[0010] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unter-

ansprüchen genannten Merkmalen. Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Anordnung eines Partikelfilters in einem Abgaskanal einer Diesel-Brennkraftmaschine und

Figur 2 ein Flußdiagramm zur Steuerung einer Regeneration des Partikelfilters.

[0011] Die Figur 1 zeigt eine Anordnung eines Partikelfilters 10 in einem Abgaskanal 12 einer Diesel-Brennkraftmaschine 14 von Kraftfahrzeugen. Abgasseitig können dem Abgaskanal 12 mehrere Sensoren zugeordnet werden, wie beispielsweise Temperatursensoren 16, 18 oder Drucksensoren 20, 22. Die auf diese Weise ermittelten Größen finden Eingang in einem Motorsteuergerät 24. Über das Motorsteuergerät 24 kann in bekannter Weise beispielsweise ein Einspritzsystem 26, eine Drosselklappe 28 in einem Saugrohr 30 oder auch eine Drosselklappe 32 im Abgaskanal 12 gesteuert werden.

[0012] Während eines Verbrennungsvorganges eines Luft-Kraftstoff-Gemisches in der Diesel-Brennkraftmaschine 14 entstehen Rußpartikel, die in dem Partikelfilter 10 beim Durchströmen des Abgases zurückgehalten werden. Um ein Verstopfen des Partikelfilters 10 zu vermeiden, muß dieser regelmäßig regeneriert werden. Die Figur 2 zeigt ein Flußdiagramm für ein Verfahren, das eine Steuerung der Regeneration des Partikelfilters 10 erlaubt. Zunächst müssen gemäß dem Ausführungsbeispiel als Eingangsparameter ein Beladungswert BW, eine Fahrzeit t, eine Fahrstrecke s und eine Häufigkeit  $n_p$  eines druckabhängigen Ereignisses erfaßt werden. Diese Größen werden nachfolgend kurz erläutert.

[0013] Der Beladungswert BW ist ein Maß für die Durchflußcharakteristik des Abgases durch den Partikelfilter 10 und erhöht sich mit zunehmender Rußbelastung. Der Beladungswert BW kann dabei aus einem Modell berechnet werden, in das unter anderem eine Druckdifferenz vor und hinter dem Partikelfilter 10 einfließt. Ein Abgasgegendruck p vor dem Partikelfilter 10 kann über den Drucksensor 20 direkt erfaßt werden. Der Druck des Abgases stromab des Partikelfilters 10 ist beispielsweise über den Drucksensor 22 erfaßbar. Weiterhin müssen zur Berücksichtigung einer Dynamik dieses Modells Größen berücksichtigt werden, wie eine über den Temperatursensor 16 erfaßbare Abgastemperatur, als auch ein Luftmassenstrom oder eine Drehzahl der Diesel-Brennkraftmaschine 14. Derartige Modelle sind bekannt und sollen daher im Rahmen dieser Beschreibung nicht näher erläutert werden.

[0014] Die Fahrzeit t und die Fahrstrecke s werden beide ab dem Zeitpunkt gemessen, an dem die letzte Regeneration des Partikelfilters 10 beendet wurde. Die Integration entsprechender Meßeinrichtungen in dem

Kraftfahrzeug und die Übermittlung der erfaßten Daten an das Motorsteuergerät 24 ist bekannt. Als vierte Eingangsgröße dient eine vom Abgasgegendruck p abhängige Größe, nämlich die Häufigkeit  $n_p$  für ein Überschreiten des Abgasgegendruckes p über einen Spitzendruck  $p_{max}$  seit der letzten Regeneration des Partikelfilters 10. Wiederum kann diese Größe entweder direkt über den Drucksensor 20 erfaßt oder über ein bekanntes Modell berechnet werden.

[0015] Die erfaßten Parameter fließen in einem Schritt S1 in ein Kennfeld ein, das eine Zustandskennzahl Z liefert. Die Gewichtung der einzelnen Faktoren kann dabei motorspezifisch angepaßt werden. Insgesamt ist die Zustandskennzahl Z von allen eingeflossenen Parametern abhängig.

[0016] Überschreitet die Zustandskennzahl Z einen ersten Grenzwert  $GW_1$ , so liegt eine Regenerationsnotwendigkeit vor (Schritt S2). Im gegenteiligen Fall erfolgt ein Abbruch der Abfrage (Schritt S3), und gegebenenfalls kann das Verfahren neu initiiert werden. Die gezeigte Vorgehensweise ist besonders deshalb vorteilhaft, weil eine unnötig häufige Regeneration vermieden werden kann. Ist beispielsweise die Fahrzeit t oder die Fahrstrecke s seit der letzten Regeneration noch sehr klein, so muß der Beladungswert BW bereits sehr groß sein, um insgesamt zu einem Überschreiten der Zustandskennzahl Z über den Grenzwert  $GW_1$  zu führen.

[0017] Bei bestehender Regenerationsnotwendigkeit wird nachfolgend in einem Schritt S4 ermittelt, ob eine Temperatur T im Bereich des Partikelfilters 10 unterhalb einer notwendigen Regenerationstemperatur  $T_{reg}$  liegt. Ist dies der Fall, so wird zumindest eine Maßnahme zum Erreichen der Regenerationstemperatur  $T_{reg}$  ergriffen (Schritt S5). Derartige Maßnahmen umfassen beispielsweise einen Zusatz von Additiven, ein elektrisches Aufheizen mit einem hier nicht dargestellten Heizwiderstand im Bereich des Partikelfilters 10 oder eine Regelung der Drosselklappe 28. Selbstverständlich kann auch durch Steuerung des Verbrennungsvorgangs des Luft-Kraftstoff-Gemisches über das Einspritzsystem 26 und die Drosselklappe 28 im Saugrohr 30 die Abgastemperatur erhöht werden. Wichtig ist lediglich, daß die beispielsweise über den Temperatursensor 18 erfaßbare notwendige Regenerationstemperatur  $T_{reg}$  am Partikelfilter 10 erreicht wird, damit die Regeneration durchgeführt werden kann (Schritt S6).

[0018] Die Regenerationsparameter werden so lange aufrechterhalten, bis der Beladungswert BW unterhalb eines zweiten Grenzwertes  $GW_2$ , beispielsweise bei 5 bis 20 %, liegt (Schritt S7). Andernfalls erfolgt in einem Schritt S8 ein Abbruch der Regeneration.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Regeneration eines Partikelfilters, der in einem Abgaskanal einer Die-

sel-Brennkraftmaschine angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß

(a) über ein Kennfeld oder Modell, in das ein Beladungswert BW des Partikelfilters (10) sowie eine Fahrzeit t und/oder Fahrstrecke s seit der letzten Regeneration einfließen, eine Zustandskennzahl Z ermittelt wird und

(b) beim Überschreiten der Zustandskennzahl Z über einen ersten Grenzwert  $GW_1$  eine Regenerationsnotwendigkeit vorliegt und die Regeneration durchgeführt wird, bis der Beladungswert BW des Partikelfilters (10) unterhalb eines zweiten Grenzwertes  $GW_2$  liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in das Modell oder Kennfeld zur Ermittlung der Zustandskennzahl Z zusätzlich ein Abgasgegendruck p einfließt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abgasgegendruck p in Form einer Häufigkeit  $n_p$  für ein Überschreiten des Abgasgegendruckes p über einen Spitzendruck  $p_{max}$  seit der letzten Regeneration des Partikelfilters (10) berücksichtigt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß beim Vorliegen der Regenerationsnotwendigkeit und bei einer Temperatur T im Bereich des Partikelfilters (10) unterhalb einer notwendigen Regenerationstemperatur  $T_{reg}$  zumindest eine Maßnahme zum Erreichen der Regenerationstemperatur  $T_{reg}$  ergriffen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Maßnahmen zum Erreichen der Regenerationstemperatur  $T_{reg}$  einen Zusatz von Additiven, ein elektrisches Aufheizen und motorische Maßnahmen umfassen. 6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Grenzwert  $GW_2$  für den Beladungswert BW  $\leq 5$  bis 20 % ist.

45

50

55

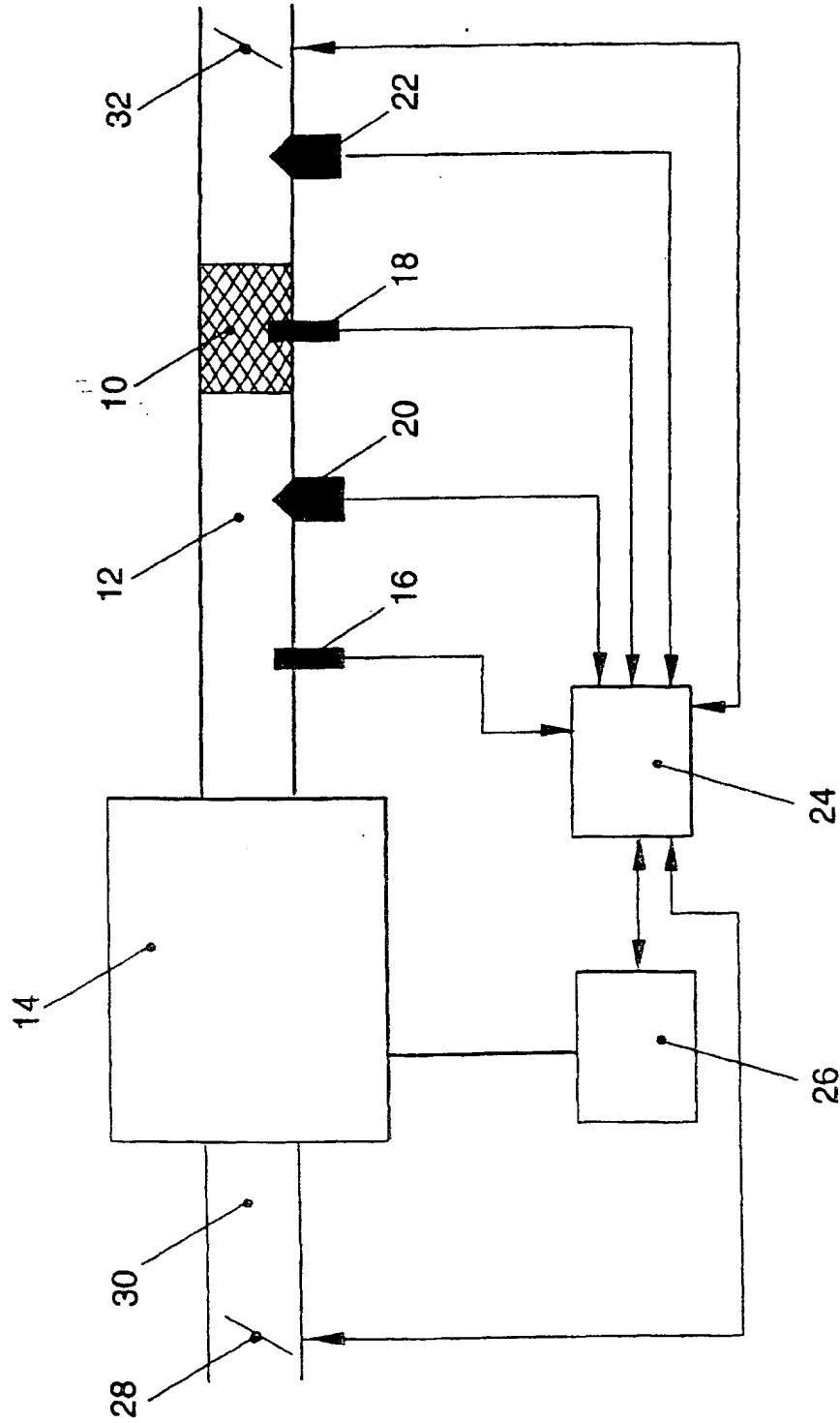


FIG. 1

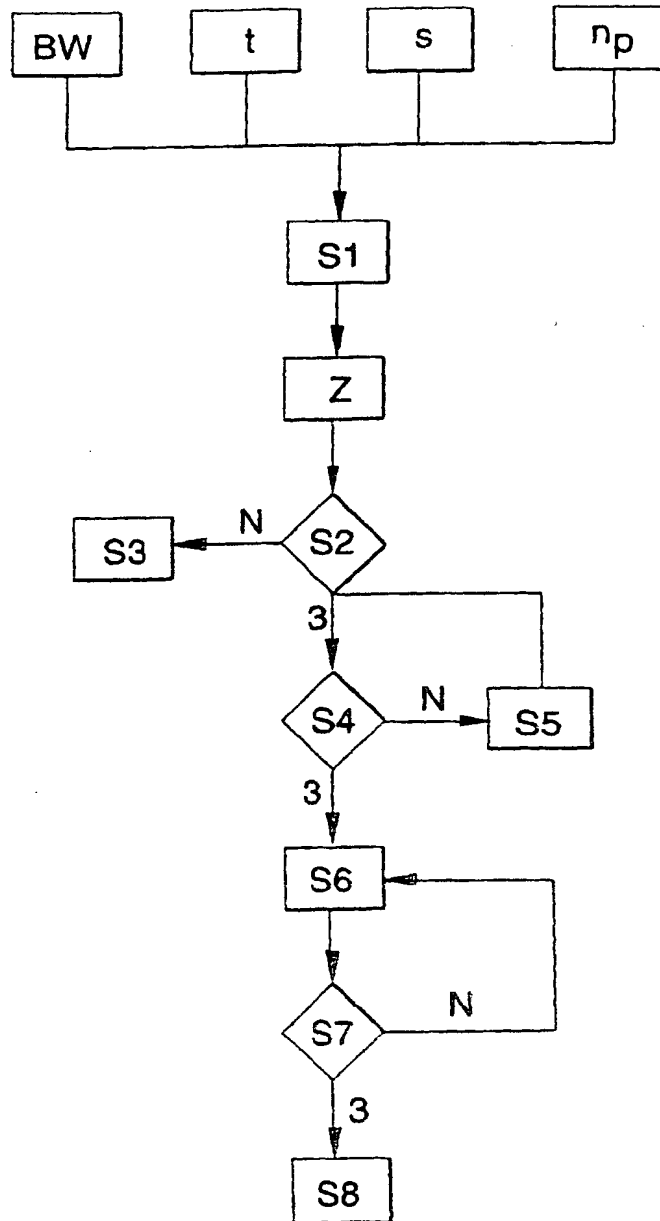


FIG. 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 11 9467

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 287 698 A (KANESAKI NOBUKAZU ET AL) 22. Februar 1994 (1994-02-22) * Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 5, Zeile 21 * * Spalte 17, Zeile 31 - Spalte 17, Zeile 56 *	1,2	F01N9/00 F01N3/027 F01N3/029
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 238 (M-416), 25. September 1985 (1985-09-25) & JP 60 093109 A (ISUZU JIDOSHA KK), 24. Mai 1985 (1985-05-24) * Zusammenfassung *	1	
A	DE 43 03 625 A (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 11. August 1994 (1994-08-11) * Zusammenfassung *	1,2	
A	US 4 974 414 A (KONO YOICHIRO ET AL) 4. Dezember 1990 (1990-12-04) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,4,5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>27. Dezember 2000</b>	Prüfer: <b>Tatus, W</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03 82 (P/MCO3)



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 11 9467

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-12-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5287698 A	22-02-1994	JP 2616074 B	04-06-1997
		JP 3199613 A	30-08-1991
		JP 2616075 B	04-06-1997
		JP 3199614 A	30-08-1991
		JP 2623879 B	25-06-1997
		JP 3199615 A	30-08-1991
		JP 2626111 B	02-07-1997
		JP 3199616 A	30-08-1991
		DE 4041917 A	04-07-1991
		DE 4042562 C	03-04-1997
		DE 4042563 C	03-04-1997
		FR 2657649 A	02-08-1991
		GB 2239407 A, B	03-07-1991
		KR 9409048 B	29-09-1994
		US 5319930 A	14-06-1994
		US 5195316 A	23-03-1993
JP 60093109 A	24-05-1985	KEINE	
DE 4303625 A	11-08-1994	KEINE	
US 4974414 A	04-12-1990	DE 3890556 C	07-01-1993
		DE 3890556 T	17-08-1989
		WO 8900238 A	12-01-1989
		KR 9303172 Y	31-05-1993

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82